

**Terug naar overzicht**

## **Watersysteemmodellering, de praktijk bij de afdeling Water**

Naast peiler voor integraal waterbeheer, is de afdeling Water eveneens de pionier in Vlaanderen inzake modellering van het oppervlaktewater. Het is vanuit haar jarenlange ervaring dat in deze bijdrage dan ook wordt teruggeblikt op de weg die afgelegd werd tussen de eerste piloot-modelleringsstudies en de allernieuwste modelleringstoepassingen. Inleidend wordt verklaart hoe zowel vanuit de watersysteembenadering als vanuit integraal waterbeheer de noodzaak tot (geïntegreerde) watersysteemmodellering zich stelt. Vervolgens wordt dieper ingegaan op de basismodellen als vertrekbasis voor watersysteemmodellering. Hierna worden de Bekken Modellen toegelicht als een voorbeeld van watersysteemmodellering op het bekkenniveau. Operationele Bekken Modellen worden vervolgens besproken als een voorbeeld van geïntegreerde watersysteemmodellering. Bij dit alles wordt ruime aandacht besteed aan de noden en problemen waarmee de afdeling Water werd geconfronteerd bij het implementeren van deze toepassingen alsook aan de oplossingen die werden uitgewerkt.

# Watersysteemmodellering, de praktijk bij de afdeling Water

## 1. Inleiding

Natuurlijke (water)systemen en de processen die deze controleren zijn moeilijk te doorgronden. Men kan niet op elke vierkante meter een peilput plaatsen om de grondwaterstand te kennen, een overstroming kan men niet induceren om het effect van beheer(sing)maatregelen te kennen, een waterloop kan niet vervuild worden om te weten welke emissies deze aankan, ... . Kortom, om een systeem beter en in meer omstandigheden te kunnen vatten worden modellen opgebouwd die op een of andere wijze telkens trachten het natuurlijke systeem zo getrouw mogelijk te beschrijven. Watersystemen zijn te complex om ze in al hun kenmerken te vatten met klassieke rekenmethoden. Dankzij computermodellen zijn we in staat om snel effecten van bepaalde ingrepen te evalueren. Modellering moet ons toelaten om de effecten van zowel beleidsmatige als technische ingrepen in watersystemen op zo veel mogelijk gerelateerde aspecten in hun geheel te kunnen evalueren (waterkwaliteit, waterstroming, wijziging van structuur, invloed op ecologie...). Los van het feit dat courant bruikbare computermodellen maar dateren van het laatste decennium en dus pas sinds dan konden aangewend worden, is er een nog meer fundamentele reden waarom beleidsmatig gemodelleerd wordt. Deze reden is meteen dezelfde waarom anderen ervoor zorg(d)en dat b.v. topografische kaarten en kadastrale percelen werden gedigitaliseerd, zijnde de informatisering. Eens de digitale bestanden er zijn gaan ze in theorie levenslang mee, aanpassingen en meestal zelfs verbeteringen gebeuren door simpelweg een bestand te actualiseren. Sterker zelfs, de bestanden en of databases kunnen langer meegaan dan één loopbaanleven van een ambtenaar. Modelleren is er dus ook op gericht om de opgebouwde kennis te verzamelen, beheren en beschikbaar te stellen voor komende generaties waterbeheerders (continuïteit van het beheer).

Integraal waterbeheer veronderstelt een grondige onderbouwing bij de inzet van het juridisch instrumentarium, de opmaak van waterbeleidsplannen en de realisatie van beheersmaatregelen op het terrein. Teneinde de verstoringketens te onderkennen (verdroging, wateroverlast, verontreiniging,...) en maatregelen uit te werken om duurzame evenwichten in watersystemen te herstellen volstaat het niet om ad hoc metingen te doen en individuele projectgerichte studies te lanceren. Alleen een geïntegreerde cyclus van geoptimaliseerde meetnetten, toegankelijke databanken en bruikbare numerieke modellen van watersystemen in al hun aspecten, laat toe om de complexiteit van de watersystemen te vatten en de nodige input te leveren (rapportering over toestanden en trends, resultaten van scenarioberekeningen,...) die vereist is voor de realisatie van integraal waterbeheer. De uitbouw en structurering van de watersysteemkennis ten behoeve van de drie niveaus die zich momenteel aftekenen in Vlaanderen (stroomgebiedniveau, bekkenniveau en deelbekkenniveau) is daarom noodzakelijk. Een grote uitdaging daarin is het integreren van de momenteel verspreide kennis rond watersystemen. Zowel op het vlak van meetnetten, databanken als modellering lanceren vandaag verschillende actoren in Vlaanderen initiatieven die nog al te vaak een individuele aanpak van problemen beogen. In de eerste plaats is dit gebrek aan afstemming het meest problematisch op het vlak van de modellering van watersystemen. Zo worden binnen een zelfde deelstroomgebied of voor een zelfde watervoerende laag nog vaak meerdere modellen ontwikkeld die niet op elkaar aansluiten, soms deels overlappen, waarvan de resultaten niet uitwisselbaar zijn, ... Voor bepaalde aspecten worden er heden nog geen modellen ontwikkeld of zijn er onvoldoende meetgegevens. De nood aan afstemming van de verspreide kennis inzake water uit zich op vele vlakken: kwantiteit-kwaliteit, ecologie-waterbeheer, afvalwaterstelsels-waterlopen, oppervlaktewater-grondwater, bevaarbaar-onbevaarbaar, verschillende categorieën van onbevaarbare waterlopen,... Integraal waterbeheer moet gesteund zijn op een geïntegreerde kennis van het gedrag van oppervlaktewater en grondwater, op de schaal van een stroomgebied, een bekken, een deelbekken of een watervoerende laag. Doch de mogelijkheden om de bestaande kennis te ontwikkelen tot meer geïntegreerde kennis worden heden nog onvoldoende benut op Vlaams niveau.

De doelstelling van Watersysteemmodellering is derhalve om de afstemming van modelkennis te realiseren door expliciet rekening te houden met de grenzen van het watersysteem en aldus, steeds in overleg, op een bevoegdheidsdomein overschrijdende manier modellen op te bouwen. Het is immers een illusie te denken dat modellen die strikt samenvallen met de grenzen van het bevoegdheidsdomein dan ook maar in staat geacht kunnen worden om de werkelijke processen te beschrijven die zich 'on-field' voordoen. Het is vanzelfsprekend dat het zowel financieel als

maatschappelijk onaanvaardbaar zou zijn om volledig nieuwe modellen te maken om de afstemming te realiseren, er dient derhalve vertrokken te worden van de reeds bestaande basismodellen die eerst via uniforme tools en technieken worden geactualiseerd. Voor het oppervlaktewater impliceert Watersysteemmodellering vervolgens de geografische integratie van basismodellen op debekkenniveau (de gemodelleerde waterzuiveringsinfrastructuur en lokale modellering van oppervlaktewater), op bekkenniveau (alle gemodelleerde waterlopen welke relevant zijn voor de 11 hydrografische bekkens) en op stroomgebiedniveau (de gemodelleerde waterlopen en kanalen die bekkens overschrijdend zijn). Voor het grondwater is een analoge opdeling aangewezen resulterend in lokale-, sub-regionale grondwatermodellen en een Vlaams Grondwater Model.

Geïntegreerde Watersysteemmodellering is nog een stap verder en impliceert dat de verschillende modelniveaus (en de verschillende deelsystemen) met elkaar kunnen interageren (d.i. systeem-integratie). In concreto moet het dus mogelijk worden dat gemodelleerde overstortdebieten, gemodelleerde afstromingsdebieten van alle onbevaarbare waterlopen, de gemodelleerde getijdeninvloed aan het uitstromingspunt van de hydrografische bekkens, ... voor om het even welke modellocatie (rekenknoop) en om het even welk tijdstip via geavanceerde ICT-technologie kunnen uitgewisseld worden tussen de drie modelniveaus zowel in off-line als zelf in real-time mode. In praktijk zou b.v. zover kunnen gegaan worden dat bij de simulatie van eenzelfde gebeurtenis voor elke tijdstap van een riool- en een waterloopmodel aan de interactiepunten het noodzakelijk is dat het gemodelleerde peil in de waterloop aan het rioolmodel wordt opgelegd en het overstortdebiet uit het rioolstelsel aan het waterloopmodel wordt opgelegd. Twee modelservers rekenen dus simultaan dezelfde gebeurtenis door zonder dat beide gedetailleerde modellen zelf aan elkaar gekoppeld zijn, enkel de model-output dient uitgewisseld. Geïntegreerde Watersysteemmodellering kan gerealiseerd worden via bestaande (zie het Europese project Open Modelling Environment, [www.harmonit.org](http://www.harmonit.org)) en nieuw op maat te ontwikkelen technologie die de communicatie tussen modellen en hun resultaten implementeren. Deze vorm van technologisch integratie is dus geenszins het zomaar aan elkaar hangen van alle modellen tot één mega-model. Op elk modelniveau wordt immers het beste uit de bestaande basismodellen herbruikt en elk modelniveau is zowel leverancier van eigen gegenereerde modeloutput als ontvanger van modeloutput gegenereerd op een ander modelniveau. Of nog anders gezegd, daar waar nu vele duizenden randvoorwaarden nodig zijn om de basismodellen draaiende te houden, zorgt technologische integratie ervoor dat maximaal gebruik wordt gemaakt van beschikbare modeloutput in andere modellen en dat overlap tussen modellen nagenoeg onbestaande is. Naar analogie met wat in de bestuurswereld sinds enkele jaren ingeburgerd is, zal dan waarlijk kunnen gesproken worden over model-subsidiariteit.

## 2. Basismodellen, vertrekbasis voor Watersysteemmodellering

Het laatste decennium werd Vlaanderen geteisterd door een aantal grote overstromingen. We denken hierbij aan deze van de winters van '93-'94 en '94-'95, de overstromingen van augustus '96, september '98, december '99 en januari 2003. Deels in antwoord op dit frequent overstromingsgedrag startte de afdeling Water van AMINAL in 1996 met vijf piloot-modelleringsstudies. Deze studies waren voornamelijk gericht op het hydraulisch gedrag van de onbevaarbare waterlopen van 1° cat. met een typisch stroomgebied van 50-500 km<sup>2</sup> en geven derhalve invulling aan het debekkenniveau. Sedert 1997 werd een OWKM<sup>1</sup>-meerjarenprogramma opgestart wat aan het einde van dat jaar resulteerde in de aanvang van 15 modelleringsstudies terwijl twee jaar later nog eens 22 studies werden gegund. In de periode 2001 en 2002 werden andermaal 9 studies aanbesteed en in 2003 volgden nog 14 studies. Alle studies moeten beëindigd zijn binnen het jaar en worden uitgevoerd door Vlaamse studiebureaus. De inhoud van de modelleringsstudies heeft in de afgelopen jaren nogal wat wijzigingen ondergaan wat geresulteerd heeft in een quasi-type bestek. Ze blijven wel nog steeds gericht op het hoogwaterfenomeen en op het uitwerken van scenario's ter bestrijding van wateroverlast. De eerste fase in elke studie bestaat uit een inventarisatie in een GIS-omgeving waaruit voornamelijk thematische waterkwantiteits- en waterkwaliteitskaarten komen, aangevuld met een beschrijvende tekst van algemene watergerelateerde aspecten, hydrologische- en beleidsaspecten. Parallel met deze fase gebeurt een hydrometeorologische meetcampagne die t.e.m. 1999 vijf weken duurde (nu 10 weken) en via een tiental deelgebieden het ganse stroomgebied bestrijkt. De resultaten van deze meetcampagne worden toegevoegd aan de bestaande historische meetreeksen van de limnigrafen en pluviografen. In een tweede fase gebeurt de hydrologische modellering met het continue conceptuele

<sup>1</sup> OppervlakteWaterKwantiteitsModelleringen

hydrologisch model ISIS-PDM. De derde fase bestaat uit de hydrodynamische modellering waarbij t.e.m. 1999 een ISIS-model en nadien een InfoWorks-RS model van de afwaartse waterlopen (1° cat. soms aangevuld met 2° cat.) en hun valleien wordt opgebouwd dat typisch uit 400 tot 2000 knopen bestaat. Hiertoe gebruiken studiebureaus de resultaten van recente topografische opmetingen. Na de calibratie en validatie van het hydraulisch model worden stormen met een herhalingsperiode van 2, 5, 10, 25, 50 en 100 jaar gesimuleerd. De inloophydrogrammen zijn afkomstig van een hydrologische simulatie van 100 jaar waargenomen neerslag in het KMI te Ukkel. De resultaten van de hydrodynamische simulatie worden aangewend om overstromings-frequentie-kaarten van de bestaande toestand in te tekenen. Finaal worden volgend op dit derde luik een aantal scenario's doorgerekend. Typische voorbeelden hiervan zijn: het ruimen van een waterloop, het afbakenen en inrichten van natuurlijke overstromingsgebieden, het optimaliseren van sturingsregels in bestaande wachtbekkens, de renovatie van oude watermolen-sites, ... . Elk modelleringsproject wordt begeleid door een Lokaal Wateroverleg, waarin alle betrokken besturen en instanties van het stroomgebied vertegenwoordigd zijn. Dit komt tenminste tweemaal samen tijdens de studieopdracht waarbij tussentijdse resultaten worden voorgesteld. De discussies tijdens dit overleg dragen bij tot het begrijpen en aanvaarden van waterbouwkundige werkzaamheden die in de komende jaren worden aangevat. Alle resultaten van het modelleringsproject worden samengevat in een brochure die verspreid wordt naar het brede publiek.

Terugblikkend over de afgelopen zeven jaar mag gesteld worden dat te allen tijde de OWKM-projecten een optimum nastreefden tussen wat praktisch haalbaar was en wat wetenschappelijk verantwoord was. Meermaals waren OWKM-projecten de katalysator voor nieuwe methodieken en programma's. We verwijzen bijvoorbeeld naar de herhalingsperiode van de overstromingskaarten die in de aanvangsperiode nog gebaseerd was op neerslag, vervolgens op hydrologisch gesimuleerde debieten en recentelijk op hydraulisch gesimuleerde overstromingsvolumes. Ook de aanpak om bevoegdheidsdomein overschrijdende modellen te realiseren (zoals ook bij Bekken Modellen) is in 2003 in de praktijk reeds toegepast op deelbekkenniveau via de gezamenlijke aanbesteding door de afdeling Water en een aantal Provinciebesturen van de nieuwste reeks OWKM03-studies waarin zowel onbevaarbare waterlopen van 1° als 2° categorie in bepaalde deelbekkens via slechts één studie worden gemodelleerd. De totale lengte van gemodelleerde waterlopen bedraagt ongeveer 1900 km waterloop of 140.000 modelknopen (locaties waar berekeningen worden uitgevoerd). De nodige opslagcapaciteit voor de modelresultaten van alle calibratie-, validatie- en simulatiestormen bedraagt een slordige 125 Gigabyte. De niet-geïndexeerde contractwaarde van deze opdrachten exclusief verrekeringen en aanverwante kosten bedraagt minstens 10 miljoen Euro doch de reële kost is beslist tientallen procenten hoger. Vertrekkend van de optimistische schatting van 1 manjaar per project vertegenwoordigen de waterloopmodellen dus nu al minstens 65 mensjaren. Het weze duidelijk dat de OWKM-projecten, qua omvang, tot de grootste behoren die door de afdeling Water werden opgezet. Hierbij dient ook nog rekening gehouden te worden met een aantal Provinciebesturen die gelijkaardige modelleringsprojecten lopen hebben als de afdeling Water zodat de omvang van de OWKM-projecten eigenlijk nog groter is dan hier geschetst. Afrondend kunnen we dus stellen dat de OWKM-projecten hebben geresulteerd in enorm potentieel aan kennisondersteunende instrumenten, die bijna gebiedsdekkend zijn qua bevoegdheidsdomein.

### **3 Bekken Modellen, voorbeeld van Watersysteemmodellering op het bekkenniveau**

Het is een vaststelling dat bij de afdeling Water, en de andere besturen, het digitaal hergebruik van en de toegang tot de basismodellen geen evidentie is. Los van praktische problemen als het ontbreken van netwerk licenties of een client-server architectuur, liggen ook een aantal meer fundamentele problemen aan de oorsprong. Vermits alle modellen tot op heden via uitbesteding in percelen werden gegund, zijn de resultaten enkel per perceel beschikbaar en ontbreekt tevens de nodige uniformiteit. Een bijkomend probleem is dat voor elke waterbeheerder in Vlaanderen de naadloze aansluiting van zijn modellen op stroomopwaartse of stroomafwaartse modellen eveneens verhinderd wordt door een gebrek aan afstemming. Gelukkig zijn het merendeel van de Vlaamse waterloopmodellen opgesteld met dezelfde software en vertrekken wellicht alle modellen van topografische opmetingen in het AutoCad-formaat. Als waterbeheerder van onbevaarbare waterlopen 1°cat, die per definitie gesitueerd zijn afwaarts de modellen gebouwd in opdracht van Provinciebesturen en opwaarts de modellen die gebouwd zijn in opdracht van de Administratie Waterwegen en Zeewezen, beschouwt de afdeling Water het als haar taak om ook voor het modelleringsgebeuren tot één afgestemde aanpak in Vlaanderen te komen. Daarenboven fuseert de afdeling Water in de toekomst met de VMM tot het

Agentschap "Integraal beheer van watersystemen" zodat het komen tot een afgestemde modelleringsaanpak een avant la lettre invulling is van dit nieuwe Agentschap. In maart 2003 werd dan ook de opdracht "Bekken Model" aanbesteedt, die een totaaloplossing biedt voor de bovenstaande problemen.

Bekken Modellen verzorgen de kennisonderbouwing van wat in het decreet betreffende het integraal waterbeleid als bekkenniveau werd gedefinieerd. Ze omvatten alle waterlopen die significant geacht worden om in het bekken een relevante hydrologische beschrijving (modellering) te kunnen opstellen. In de meeste gevallen zal de geografische integratie dus gaan om zowel de centrale (al dan niet bevaarbare) waterloopas van het bekken aangevuld met alle onbevaarbare waterlopen van 1° categorie en de voornaamste onbevaarbare waterlopen van 2° categorie. Op termijn kan het zelf zo zijn dat, indien een grote verstedelijkte kern via het afvalwaterstelsel een significante invloed heeft op de hydrologische toestand van het bekken, ook een deel van de rioolmodellen dienen te interageren met een Bekken Model. Het is echter niet zo dat de som van de 11 (toekomstige) Bekken Modellen ambiëren om de kennisonderbouwing van het oppervlaktewaterbeleid op Vlaams niveau of het lokaal niveau in te vullen. Via andere initiatieven zullen zeker een bekkenoverschrijdend Stroomgebiedmodel (b.v. Schelde Model ...) en Deelbekken Modellen blijvend moeten opgebouwd worden. Niet enkel de geografische uitgestrektheid bepaalt immers het onderscheid tussen de drie modelniveaus in Vlaanderen doch minstens zo belangrijk is het verschil in resolutie of gedetailleerdheid. Uiteraard kunnen en zullen Deelbekken Modellen een grotere resolutie aanbieden dan het Schelde Model. Het Bekken Model bekleedt in deze een tussenpositie. De integratie van de basismodellen tot Bekken Modellen is ook ingegeven door de zeer praktische doelstelling om de invloed van niet correct ingeschatte afwaartse randvoorwaarden op de modelresultaten te verminderen. Inderdaad, voor elk Bekken Model volstaat slechts één afwaartse randvoorwaarde daar waar momenteel elk basismodel telkens een eigen afwaartse randvoorwaarde nodig is. Hoe kleiner het gemodelleerde stroomgebied (bij basismodellen) hoe groter daarenboven de invloed van deze afwaartse randvoorwaarden is en hoe verder ze zich uitstrekt. Naast integratie zorgen de Bekken Modellen in elk van de 11 hydrografische bekkens in Vlaanderen ook voor het centraliseren, uniform maken (updaten) en via decentraal beheer ter beschikking te stellen van modellen aan partners.

Bekken Modellen zijn gestoeld op vijf 'modellerings-principes'. Een eerste principe van het Bekken Model is dat het maximaal rechtstreeks gebruik moet maken van beschikbare basisinformatie. Zo wordt b.v. niet meer een afgeleid ascii-bestand, een diepte-volume relatie, een opgegeven stroomgebiedsoppervlakte of een Thiessenneerslag gebruikt maar worden deze data binnen het Bekken Model zelf berekend door rechtstreeks de bronbestanden als een AutoCad-bestand, een DTM en een set van puntneerslagen te gebruiken ("source-data driven modelling"). Het grote voordeel is uiteraard dat er een grotere controle is op de inhoud van het model zelf alsook op eventuele fouten en dat bij het ter beschikking komen van nieuwe basis-informatie deze eenvoudig kan vervangen worden. Om tot de gewenste uniformiteit te komen is een tweede principe bij het Bekken Model dat er volgens een vastgelegde en logische sequentie wordt gewerkt ("logic sequential modelling"). Zo heeft het geen zin om b.v. een DTM toe te voegen zonder dat eerst een oeverlijn is ingevoegd en voorafgaand modelknopen gegeorefereerd zijn. Een derde principe bij Bekken Modellen heeft te maken met 'fouten'. Intrinsiek aan de definitie van een model is dat het nooit de volledige werkelijkheid voor de volle honderd procent zal nabootsen. Toch willen Bekken Modellen de uiteindelijke fout minimaliseren door bij elke stap uit de logische sequentiële modellering een zo klein mogelijke (realistische) fout na te streven ("error minimised modelling"). Enkel hierdoor kan gegarandeerd worden dat de eindproducten als b.v. een overstromingskaart of een voorspelling overeenstemmen met het best mogelijk resultaat ("barneec: best available result not exceeding excessif cost"). Nauw verbonden met error minimised modelling is het vierde principe. Het stelt dat het Bekken Model maximaal fysisch gebaseerd is ("physical based modelling"). Dit wordt geïllustreerd doordat het Bekken Model b.v. in het tijdsdomein wordt gesimuleerd en niet in het frequentiedomein, doordat in een Bekken Model de rekenknopen niet langer relatief juist gelegen zijn (door tussenafstanden) maar dat de rekenknopen ingebed zijn in het Lambert-72 coördinatenstelsel of tenslotte doordat gebruik gemaakt wordt van absolute tijdsaanduidingen i.p.v. het uur nul bij aanvang van een simulatie. Een laatste principe van het Bekken Model is dat het nuttige meerwaarde dient op te leveren ("usefull added value modelling"). Dit impliceert dat het Bekken Model niet zomaar de toepassing van een nieuwste technologie (of software) mag zijn maar dat effectief zaken worden gerealiseerd die bijdragen tot een efficiënter gebruik van modellen en tot een efficiënter beheer te velde. Niet de toepassing is immers de finaliteit wel het gebruik van deze toepassing.

Bekken Modellen worden via interne weg bij de afdeling Water en haar partners opgebouwd. Hiertoe heeft de afdeling Water vijf "bekken-hydrologen" aangeworven in 2002-2003 die in elke buitendienst van de afdeling Water instaan voor de opbouw van het (Operationeel) Bekken Model in de hem toegewezen bekkens. Uitbesteding van dit type projecten is immers weinig haalbaar wegens de gigantische hoeveelheid data die erbij betrokken is, het permanent karakter dat deze opdrachten hebben en bovenal het feit dat "hydrologisch kennisbeheer" voor waterbeheerders een absolute kerntaak is.

Bekken Modellen worden opgemaakt in InfoWorks-RS omdat het toelaat om alle bestaande basismodellen (ISIS) foutloos te importeren, er uitgebreide beheersfuncties beschikbaar zijn en de softwarematige compatibiliteit met de aanpak bij de Vlaamse Provincies, Aquafin n.v. en de Waalse waterbeheerders gegarandeerd is. Bekken Modellen maken ook gebruik van de vele ICT-mogelijkheden die zich aandienen. De tijd dat modellen lokaal op een losstaande PC werden opgebouwd en per CD naar de opdrachtgevers werden gestuurd, loopt stilaan ten einde. Het zijn volwaardige client-server toepassingen (Oracle database) waarbij modellen opgebouwd worden op basis van gevalideerde bronbestanden die zich op centrale file-servers bevinden en de resultaten rechtstreeks op 'model-servers' wegschrijven, alwaar ze beschikbaar zijn voor externen.

#### **4. Operationele Bekken Modellen (O.B.M.), voorbeeld van geïntegreerde Watersysteemmodellering**

Het Operationeel Bekken Model tenslotte vertrekt van het Bekken Model (en de onderliggende geupdate basismodellen) en zorgt ervoor dat de modellen in een operationele context daadwerkelijk bruikbaar. Dit betekent dat de modellen niet enkel meer off-line draaien maar dat steeds de meest actuele meetreeksen en andere informatie in het OBM wordt ingebracht en de modellen als het ware continu draaien. Voor het Demerbekken werd in januari 2001 aangevangen met de opbouw van het OBM-Demer en in februari 2003 wordt dit piloot-OBM officieel ingehuldigd. Voor een aantal andere 'kritieke' bekkens (Dijle-, Dender-, Nete-, IJzerbekken e.a.) wordt in 2003 aangevangen met de voorbereiding voor gelijkaardige OBM's om nadien over te gaan tot implementatie. Voor andere bekkens als b.v. Gentse Kanalen en (delen van) het Bekken van de Brugse Polders worden momenteel vereenvoudigde OBM's vooropgesteld. Inderdaad, het is niet steeds nodig om een volledige configuratie in de FloodWorks-software op te zetten en dit in verbinding te stellen met het telemetrie-systeem. Ook in InfoWorks-RS kan immers een pseudo real-time voorspelling gegenereerd worden door manueel de recentste gebiedsneerslag aan het Bekken Model ter beschikking te stellen.

Een OBM bestaat steeds uit vier modules en is operationeel in drie modi. De eerste module is de waarnemingsmodule en deze staat in voor de continue verzameling van alle hydrologische data in het bekken (neerslag, en andere meteodata, waterpeilen en debieten, klepstanden, ...). De voorspellingsmodule zorgt o.a. voor neerslagvoorspelling op korte termijn op basis van neerslagradarbeelden, staat in voor de voorspelling van de afstroming (inloophydrogrammen) op honderden locaties alsook voor de voorspelling van waterstanden in alle knopen van alle opgenomen basismodellen in het OBM, wat kan oplopen tot 15.000-20.000 locaties. De derde module is de beslissingsondersteunende module en deze richt zich vooral op het bepalen van optimaal te nemen acties als: wanneer een wachtbekken vullen, met welk tijdsafhankelijk debiet, wanneer een wachtbekken beginnen te lozen, waar en wanneer een dijk doorsteken, ... . Alle informatie uit de drie vorige modules wordt tenslotte in de waarschuwingsmodule tot overzichtelijke bulletins gesynthetiseerd teneinde zowel de interne werking als de externe communicatie met hulpdiensten, crisiscomités, burgers, de pers, ... op een efficiënte wijze te organiseren.

De drie modi van een OBM zijn: de basis-mode, de waak-mode en de storm-mode. In niet kritieke omstandigheden bevindt het OBM zich in de basis-mode wat inhoudt dat elke ochtend alle data worden ingewonnen en een eenmalige voorspelling wordt gegenereerd voor de komende 48 uur. De waak-mode betekent dat ergens in het bekken slechts één vooraf ingestelde drempelwaarde is overschreden (voorspelde neerslag, waargenomen neerslag, voorspelde waterstand, gemeten waterstand, ...). Als gevolg hiervan wordt ogenblikkelijk (binnen het kwartier) alle nieuwste data ingewonnen en een nieuwe voorspelling uitgevoerd. Blijkt dat er effectief overstromingsgevaar dreigt, dan gaat het OBM in storm-mode wat inhoudt dat vanaf dan elk kwartier de vier modules opnieuw worden doorlopen.

OBM-operatoren worden via SMS verwittigd over elke nieuwe mode waarin het OBM zich bevindt. Een OBM werkt zowel volledig automatisch, doch zal bij dreigende hoogwater ook deels manueel bediend worden vanuit een dispatching-centrale in het bekken waar een OBM-server zich bevindt. (b.v. Schulen, Leuven, ...). Ook vanuit de respectievelijke buitendienst en vanuit het hoofdbestuur is het OBM permanent toegankelijk en zelfs via een draagbare PC kan het OBM vanuit om het even welke locatie geconsulteerd en bediend worden.

Dat OBM-projecten stappen gezet hebben naar geïntegreerde watersysteemmodellering blijkt uit de volgende voorbeelden. Vooreerst is er de interactie tussen meteorologische en hydrologische processen. Naast uiteraard de mogelijkheden die er zijn om rechtstreeks de output uit het numeriek ALADIN-model van het KMI aan het OBM toe te voegen, stuurt hetzelfde KMI elk kwartier een meest recente Europees Compositetradarbeeld naar de OBM-server. Dit wordt vervolgens automatisch gecombineerd aan de grondwaarnemingen van de neerslag om o.a. te komen tot berekende gebiedsneerslagen en continu geactualiseerde korte-termijn neerslagvoorspellingen. Deze informatie is permanent ter beschikking van de hydrologische modellen. Een andere interactie is er tussen het bestaande SCADA-systeem dat instaat voor de continue monitoring van een twintigtal klepstanden en bijhorende op- en afwaartse waterstanden. In de "hindcast-periode" zijn het deze veldmetingen die rechtstreeks in het hydraulisch model gaan (en niet de sturingsregels) zodat elke manuele verandering van de klepstand door het OBM automatisch in rekening wordt gebracht. Het feit b.v. dat elke lozing van het Schulensmeer manueel gebeurt toont derhalve het extreem belang aan van de noodzakelijke koppeling tussen voorspellingssystemen en de bestaande SCADA-systemen. Daar waar de interactie momenteel eenzijdig van SCADA naar OBM loopt zullen modellen in de toekomst ook inspelen op SCADA-systemen door het aanleveren van optimale storm-specifieke sturingen. Het is immers duidelijk dat de huidige sturing van kunstwerken (i.f.v. de waterstand op één locatie op het tijdstip nu) beslist verbeterd kan worden door rekening te houden met de output van voorspellingsmodellen in duizenden locaties én op tijdstippen  $t+6$  tot  $t+48$  uur.

## 5. Conclusie

Watersysteemmodellering, geografische en technologische integratie, "source-data driven modelling", ... het zijn maar enkele van de begrippen en concepten die wanneer er m'n er voor het eerst mee geconfronteerd wordt nogal ver van het bed blijken te staan en op het eerste zicht misschien weinig concreets voorstellen. Dit artikel poogde te verduidelijken aan de hand van lopende modelleringsprojecten bij de afdeling Water wat dit alles concreet inhoudt. Watersysteemmodellering is een beleidsmatige visie die tracht orde te brengen in de chaos van wildgroei aan losstaande modellen. Er wordt hierbij expliciet rekening gehouden met de grenzen van en de interacties binnen het watersysteem. De afdeling Water brengt deze visie in de praktijk door de opbouw van Bekken Modellen en Operationele Bekken Modellen. De opgedane ervaring leert dat deze vorm van beleidsmatig modelleren al lang niet meer is "een stukje waterloop in model gieten". Ook naar ICT-ondersteuning, databaseer en personeelsformatie impliceert watersysteemmodellering serieuze inspanningen. De voorbeelden op het bekkenniveau hebben vervolgens duidelijk de gecreëerde meerwaarde aangetoond. Maar, hoe succesvol de toepassingen ook moge zijn, watersysteemmodellering (en elke andere vorm van modellering) mag nooit een doel op zich zijn, modellen moeten steeds een middel zijn tot, m.a.w. instrumenten die ten dienste staan van het waterbeheer. Omdat de beperkte ruimte van dit artikel het niet toelaat om modellering te kaderen tot de andere opdrachten die waterbeheerders heden ten dage hebben, verwijzen we graag naar de nieuwste publicatie van de afdeling Water "Waterbeheer in beweging". Het meer dan 200 pagina's tellende - rijk geïllustreerde - jubileumboek slaagt er op treffende wijze dit wel te illustreren. Moge het boek en dit artikel er toe bijdragen dat ook op het stroomgebied- en het deelbekkenniveau Watersysteemmodellering ingang kan vinden.